



Università degli studi di Padova

Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali "M. Fanno"

Corso di laurea triennale in Economia

Prova Finale

L'Economia Circolare che cambia le Imprese

Principi, Modelli e Casi Aziendali

Relatore Prof. Paolo Gubitta PhD

Laureanda Stefania Micoli

Matricola n. 1089987

Anno Accademico 2016 – 2017

Sommario

Abstract.....	3
1. Capitolo primo – <i>La Circular Economy: principi e modelli</i>.....	4
1.1. Introduzione	4
1.2. I limiti del modello lineare.....	4
1.3. Le origini dell'economia circolare.....	6
1.4. I principi dell'economia circolare.....	8
1.5. I modelli per la creazione del valore.....	11
1.6. Conclusioni	12
2. Capitolo secondo – <i>Come la Circular Economy cambia le imprese</i>	13
2.1. Introduzione	13
2.2. Modello ideale e situazione attuale.....	14
2.3. Obiettivi del product design.....	15
2.4. Gli strumenti del product design.....	19
2.5. Il processo di product design	20
2.6. L'impatto sull'organizzazione	24
2.7. Conclusioni	27
3. Capitolo terzo – <i>Imprese alle prese con la Circular Economy</i>	29
3.1. Introduzione	29
3.2. Due casi italiani di economia circolare	29
Aquafil.....	30
Ecopneus	31
3.3. I driver della circular economy	33
3.4. I vantaggi sociali della circular economy	35
3.5. Un paese che sta chiudendo il cerchio: la Cina.....	37
3.6. Conclusioni	38
Riferimenti bibliografici	39

Abstract

L'economia circolare è un nuovo modello economico di produzione e consumo che mira a superare le inefficienze del classico modello lineare. Il presente elaborato ha lo scopo di presentare l'economia circolare e la sua potenzialità per le imprese.

Per farlo, nel primo capitolo, dopo aver evidenziato i limiti del modello lineare, saranno esposti i principi cardine dell'economia circolare e i modelli di business individuati dalla fonte più autorevole in materia di circular economy, ovvero la Ellen MacArthur Foundation. Verrà inoltre illustrato il percorso che ha portato all'elaborazione di questo modello, in quanto frutto dell'unione di diverse scuole di pensiero.

Successivamente, nel secondo capitolo saranno analizzati i punti critici sui quali è necessario lavorare per permettere una corretta chiusura del cerchio. La fase di design del prodotto risulta essere una fase critica per la creazione di prodotti in linea con i principi dell'economia circolare. Il capitolo continua presentando le strategie di product design e gli strumenti a disposizione delle imprese per valutare con anticipo l'impatto ambientale dei propri prodotti. Vista la necessità di coinvolgere diverse funzioni nella fase di sviluppo del prodotto, l'approccio del *concurrent engineering* si dimostra più adeguato rispetto a quello lineare tradizionale. Osservando le implicazioni di questo approccio, è possibile vedere che per passare all'economia circolare non sono richiesti grandi stravolgimenti dell'organizzazione, almeno nella prima fase.

Nel terzo ed ultimo capitolo si vedrà cosa è già stato fatto per applicare concretamente i criteri dell'economia circolare e cosa si può ancora fare. Partendo da due casi italiani, emergerà l'importanza dei *policy maker* nell'avviare questo cambiamento. Visto l'alto potenziale dell'economia circolare per la crescita economica e la creazione di posti di lavoro, i benefici dell'intervento istituzionale compensano l'ingente investimento richiesto. La fine del capitolo è dedicata al caso della Cina, che da quindici anni ha introdotto le idee circular nei suoi piani di sviluppo.

1. Capitolo primo –

La Circular Economy: principi e modelli

1.1. Introduzione

In questo primo capitolo verranno introdotti i principi ed i modelli che caratterizzano l'economia circolare. Prima di ciò, sarà descritto il percorso che ha portato alla creazione di questo nuovo modo di pensare l'economia.

Il percorso inizia da un'analisi riguardo ai limiti del modello lineare, la cui crisi, legata a problemi di volatilità dei prezzi delle materie prime, scarsità delle risorse e sostenibilità ambientale, è ben evidente.

A questo seguirà una parte dedicata ai diversi personaggi che con le proprie teorie hanno contribuito alla nascita della circular economy: andando indietro nel tempo è possibile scoprire che il concetto di sviluppo sostenibile era già presente nel XVIII secolo, anche se l'idea più precisa di economia circolare si è sviluppata verso la fine del Novecento, grazie ad individui provenienti da diversi campi. All'interno dell'economia circolare sono infatti fuse idee e teorie di scienziati, architetti e designer, economisti ed imprenditori.

Seguendo la traccia della più autorevole fonte in tema circular, la Ellen MacArthur Foundation, saranno successivamente introdotti i tre principi fondamentali dell'economia circolare, a cui si aggiungono altri fondamenti che delineano più specificatamente in cosa consiste la circular economy.

Infine, il capitolo si conclude con l'illustrazione di quattro modelli generali basati sui principi precedentemente elencati. Seguire questi modelli permette di non disperdere il valore di un bene, bensì di conservarlo ed in alcuni casi accrescerlo, cosa che non avviene nel modello lineare.

1.2. I limiti del modello lineare

L'economia circolare è un pensiero che nasce come risposta alla crisi del modello di consumo lineare, crisi che si sta manifestando sotto diversi aspetti ed è destinata ad intensificarsi.

Secondo le stime riportate dal documento “Towards the Circular Economy”, elaborato nel 2013 dalla Ellen MacArthur Foundation, il modello di consumo lineare “take-make-dispose” non sarà a lungo sostenibile. Entro i prossimi vent’anni si prevedono tre miliardi di consumatori in più e tra il 2009 e il 2030 i consumatori della classe media passeranno da 1,9 a 4,9 miliardi, di cui il 90% proveniente dalla regione Asia-Pacifico. Questa fascia di popolazione vorrà beneficiare delle migliori condizioni finanziarie anche attraverso l’acquisto di un maggior numero di beni. La crescente domanda proveniente dalle economie emergenti potrebbe far aumentare esponenzialmente l’uso dei materiali, ma dato il vincolo di risorse disponibili sul nostro pianeta, tutto ciò si tradurrebbe in un incremento del costo degli input e quindi dei prezzi. Lo studio della MacArthur Foundation continua riportando i dati forniti dalla società di consulenza McKinsey, dai quali emerge che l’indice dei prezzi di quattro principali *commodities*¹, dopo un calo continuo durante tutto il Novecento, negli ultimi 15 anni è cresciuto esponenzialmente. Oltre ai prezzi delle *commodities*, nello stesso periodo è aumentata anche la volatilità dei prezzi delle risorse, generando un clima di incertezza che può scoraggiare le imprese ad investire. La combinazione di prezzi alti e volatilità elevata crea anche pressioni sulla redditività delle imprese, le quali devono scegliere se aumentare i prezzi, diminuire la qualità del prodotto o veder ridurre i propri profitti².

Il modello di consumo lineare, in un pianeta in cui le risorse naturali disponibili sono limitate, oltre ad impattare sui i prezzi degli input e dei beni di consumo, dimostra di non funzionare nemmeno dal punto di vista geopolitico. Dalla letteratura accademica emergono diversi articoli che correlano guerre e conflitti alla scarsità di risorse naturali. Philippe Le Billon, in “The political ecology of war: natural resources and armed conflicts”, richiama i sostenitori di questa correlazione, secondo i quali persone e nazioni lotteranno per garantirsi l’accesso alle risorse necessarie per la loro sopravvivenza e più saranno scarse le risorse, più aspro sarà il conflitto (Bennett, 1991; Brown, 1977; Homer-Dixon, 1999; Renner, 1996; Suliman, 1998). Le Billon porta ad esempio la continua presenza di conflitti e l’instabilità politica cronica in regioni produttrici di petrolio come il Golfo di Guinea o il Medio Oriente.

¹ Le commodities considerate sono: cibo, beni agricoli non alimentari, metalli ed energia.

² H&M nel primo trimestre del 2011 ha avuto un calo dei profitti del 30%, in parte imputabile all’incremento del prezzo del cotone.

I modelli di produzione attuali, sono anche una delle cause principali dei cambiamenti climatici che stanno minacciando il futuro del pianeta e di diverse popolazioni. L'Intergovernmental Panel on Climate Change (o IPCC), foro scientifico fondato dalle Nazioni Unite nel 1988, nei suoi modelli di previsione afferma che è molto probabile³ che la maggior parte degli aumenti nella media delle temperature globali sia dovuta all'aumento della concentrazione di gas serra, causato dall'attività dell'uomo. L'attività umana è dunque in buona parte causa del cambiamento climatico, il quale secondo il rapporto di Legambiente "Profughi Ambientali: cambiamento climatico e migrazioni forzate", genera improvvisi eventi climatici estremi e disastri ambientali, che nel solo 2010 hanno costretto più di 42 milioni di persone a spostarsi (Norwegian Refugee Council, 2008). La relazione fornisce alcuni esempi forti: a causa dell'innalzamento del livello del mare quattro comunità indigene dell'Alaska si sono dovute trasferire, mentre negli Stati insulari del Pacifico, le Isole Carteret della Papua Nuova Guinea nel 2007 "sono diventate il primo sito al mondo in cui tutti i residenti sono dovuti essere spostati a causa del cambiamento climatico". Questi sono solo i primi rifugiati del riscaldamento globale, ma si sostiene che entro il 2050 i rifugiati ambientali saranno tra 200 e 250 milioni (Myers, 2001).

Nella prefazione di "Towards the Circular Economy", il CEO di Unilever Paul Polman scrive: "è evidente che un'economia che estrae risorse a tassi crescenti senza considerare l'ambiente in cui opera, senza considerare i limiti del nostro pianeta, non può proseguire all'infinito". Johan Rockström individua nove confini entro i quali bisogna restare per mantenere l'equilibrio del pianeta, cinque dei quali al momento sono già stati superati (Bompan, 2016). Tutto questo dimostra che il modello lineare di produzione e consumo non può funzionare. Da qui nasce la necessità di trovare un nuovo sistema: l'economia circolare.

1.3. Le origini dell'economia circolare

Il concetto di economia circolare non risale ad una data e ad un autore specifico, ma è il frutto dell'unione di diversi concetti e scuole di pensiero. Già nel Settecento si trovano le radici dell'economia circolare, che possono essere riassunte nel concetto di "sostenibilità". Questo termine fu coniato nel 1713 da Carlowitz, direttore dell'ufficio reale nel Regno di Sassonia, impegnato a risolvere il problema della carenza di legname

³ Per gli standard IPCC, "Molto probabile" corrisponde ad una probabilità >90%.

nel regno. Il tema della sostenibilità venne poi ripreso nel 1798 da Malthus nel suo “Saggio sul principio della popolazione”, dove l’economista inglese osservò che la produzione agricola, a causa di una disponibilità di risorse fissa, era soggetta alla legge dei rendimenti decrescenti e che quindi presto non sarebbe stata in grado di soddisfare la crescita geometrica della popolazione. Malthus nel suo modello non aveva però considerato lo sviluppo tecnologico che ha permesso alla Terra di raggiungere la cifra di 7 miliardi di abitanti (Bompan & Brambilla, 2016).

Passando al XX secolo, nel 1976 l’architetto svizzero Walter R. Stahel pubblica il rapporto “The Potential for Substituting Manpower for Energy”, redatto assieme alla ricercatrice Geneviève Reday, in cui per la prima volta si parla di economia “ciclica” e di principi come l’estensione del ciclo vitale dei beni e l’importanza di offrire servizi anziché prodotti (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Il concetto di economia circolare viene definito più precisamente da Stahel nel 1982 con “The Product-Life Factor”, dove è riportato che l’estensione della durata della vita di un prodotto, ovvero il periodo in cui esso è utilizzato, è un punto da cui partire per una transizione graduale verso una società sostenibile e che estendere la durata della vita ottimizza le risorse impiegate per la produzione di un bene, riduce le risorse naturali necessarie e i rifiuti che ne derivano, generando benessere crescente.

Un ulteriore tassello si aggiunge nel 1997 grazie a Janine Benyus che nel 1997 conia il termine “biomimesi”, una nuova disciplina che “studia le migliori idee della natura imitandone processi e meccanismi per risolvere i problemi dell’uomo”. La biomimesi si fonda sull’idea che la natura abbia già risolto la maggior parte dei problemi che stiamo affrontando. Da qui derivano i tre principi fondamentali della disciplina (Benyus, 1997):

- *Nature as Model*: studiare i modelli della natura per risolvere i problemi dell’uomo;
- *Nature as Measure*: utilizzare standard ecologici per valutare la sostenibilità delle innovazioni;
- *Nature as Mentor*: osservare e valutare la natura in base a ciò che possiamo apprendere da essa.

Rielaborando il modello “dalla Culla alla Culla” di Stahel, nel 2002 William McDonough e Micheal Braungart pubblicano “Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things”, a cui segue nel 2013 “The Upcycle: Beyond Sustainability”. Nei due libri gli

autori affrontano il tema del riciclo, criticando il sistema di riciclaggio tradizionale: i prodotti, non essendo progettati fin dall'inizio per essere trasformati in qualcos'altro, una volta riciclati generano un prodotto meno resistente e di valore inferiore. La soluzione secondo McDonough e Braungart è progettare i beni seguendo da subito il principio che "il rifiuto non esiste". Questi prodotti, nel momento in cui entrano nel ciclo di produzione successivo, possono addirittura aumentare il proprio valore, dunque fare *upcycling*.

Infine, nel 2010 l'imprenditore ed economista Gunter Pauli, fondatore della ZERI Foundation (Zero Emissions Research and Initiatives) redige il rapporto "Blue economy", da cui nasce il movimento open-source, il cui manifesto racchiude molti dei concetti visti in precedenza e ne aggiunge di nuovi: bisogna imitare la Natura e dunque i suoi sistemi non lineari; il rifiuto non esiste perché ogni prodotto può essere fonte di un nuovo prodotto; la diversità implica benessere; un business sostenibile deve rispettare risorse, cultura e tradizioni locali ed utilizzare risorse rinnovabili (Pauli, 2016).

Il ragionamento è ormai maturo per dare una definizione all'economia circolare. Di questo se ne è occupata la Ellen MacArthur Foundation, fondazione non-profit il cui scopo è accelerare la transizione verso un'economia circolare. La definizione fornita dalla fondazione disegna la circular economy come "un'economia industriale concettualmente rigenerativa che mira a consentire flussi efficaci di materiali, energia, lavoro e informazioni in modo che il capitale naturale e sociale possa essere ricostruito. Un'economia che punta a ridurre l'utilizzo di energia per unità di output e ad accelerare lo spostamento verso l'uso di energie rinnovabili attraverso la progettazione, trattando tutto ciò che è presente nell'economia come una fonte di valore. L'idea va oltre ai requisiti della produzione e del consumo di beni e servizi. Il concetto dell'economia circolare è fondato nello studio di sistemi reali, non lineari e ricchi di feedback, in particolare dei sistemi vitali." (Ellen MacArthur Foundation, 2013). L'economia circolare racchiude in un'unica definizione diverse scuole di pensiero, integrandone gli elementi all'interno di un solo sistema. È inoltre un sistema che integra attività economica e benessere ambientale in un modo sostenibile (Murray, et al., 2017).

1.4. I principi dell'economia circolare

È possibile individuare tre principi base dell'economia circolare, illustrati nella Figura 1 (Ellen MacArthur Foundation, 2015):

- **Principio 1:** preservare e accrescere il capitale naturale, controllando gli stock limitati e bilanciando il flusso delle risorse rinnovabili;
- **Principio 2:** ottimizzare la resa delle risorse mediante la circolazione di prodotti, componenti e materiali alla massima utilità in tutti i tempi sia in cicli tecnici che biologici;
- **Principio 3:** incoraggiare l'efficacia del sistema rivelando ed eliminando le esternalità negative.

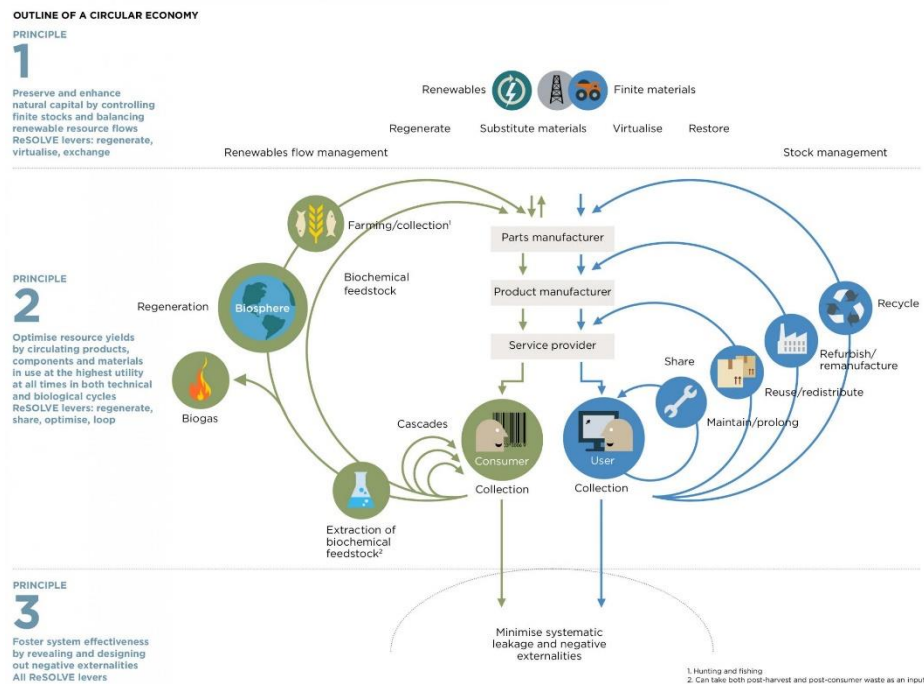


Figura 1 - I tre principi dell'economia circolare – Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2013. Illustrazione di Braungart & McDonough

In base al primo principio, nel momento in cui è necessario l'uso di risorse, il sistema deve selezionare quale risorsa utilizzare e preferire quei processi e tecnologie che fanno uso di risorse rinnovabili e più performanti rispetto alle altre.

Il secondo principio si rifà alla distinzione tra cicli biologici e tecnici (McDonough & Braungart, 2002). I cicli biologici si occupano della gestione dei nutrienti biologici, cioè nutrienti rinnovabili che possono quindi essere reintegrati nella biosfera. Diversamente, i cicli tecnici riguardano elementi non rinnovabili, che sono maggiormente problematici in quanto inadatti alla biosfera. Il secondo principio prevede quindi la gestione separata dei due cicli: i nutrienti biologici devono essere reinseriti in maniera sicura nella biosfera, affinché attraverso la decomposizione possano diventare materia prima per i cicli successivi, mentre i prodotti composti da materiali tecnici vanno progettati per circolare

il più possibile, non per forza solo tramite il riciclo. In entrambi i casi, ma soprattutto per i cicli tecnici, sono preferibili i cicli ristretti, in quanto permettono di conservare maggior valore ed energia. Questo significa progettare non solo per riciclare, ma anche per rigenerare e ristrutturare.

Infine, il terzo ed ultimo principio pone l'accento sull'importanza di ridurre i danni e di evitare esternalità negative come l'inquinamento dell'aria e dell'acqua, l'inquinamento acustico e il rilascio di sostanze tossiche.

Dai tre principi di base derivano alcuni fondamenti che riassumono le diverse teorie da cui si origina la circular economy (Bompan, 2016; Ellen MacArthur Foundation, 2013):

La scomparsa del rifiuto: come visto in precedenza, per massimizzare la circolazione di prodotti, componenti e materiali è fondamentale una buona progettazione, tale per cui il prodotto possa essere recuperato, rinfrescato e aggiornato in modo facile, minimizzando l'input di energia richiesto e massimizzando la conservazione del valore.

Costruire la resilienza attraverso la diversità: la resilienza indica la capacità di un sistema di affrontare uno shock. In un contesto che si evolve rapidamente e in cui l'incertezza è alta, la resilienza si costruisce attraverso flessibilità e diversità. Nello specifico, un sistema di economia circolare per essere resiliente richiede modularità, versatilità e capacità di lavorare con molti input diversi. Per farlo diventano fondamentali anche nodi ed interconnessioni inter- ed intra-settoriali.

Pensiero sistemico: il pensiero sistemico consiste nel capire come all'interno di un insieme le diverse parti si influenzano reciprocamente. Questa abilità è fondamentale nell'economia circolare, perché permette di analizzare e progettare sistemi non lineari, evolutivi e ricchi di feedback. In quest'ottica si inserisce un ulteriore precetto: dare priorità all'efficacia dell'intero sistema e non alla sua efficienza. Non bisogna massimizzare l'efficienza della singola parte se questo dovesse impattare negativamente su tutto il sistema.

Azioni a cascata: significa utilizzare gli scarti come input per un qualcosa di nuovo, trasferendo “a cascata” il valore da prodotti scartati a prodotti nuovi. Per poterlo fare, diventano fondamentali le intersezioni tra cicli e settori, anche se apparentemente non hanno nulla in comune, in modo da poter sfruttare al massimo il potenziale fornito dalla materia rinnovabile.

Un interessante esempio di questo potenziale viene dalle arance. Da un aranceto, oltre ad arance e lavorati, si possono ottenere aromi ed alcuni tipi di vitamine. Potando gli alberi si ricava pellet e dalle fasi di riconversione e rinnovo di piantagione è possibile ottenere parquet di ottima qualità. Dalle bucce la start-up italiana Orange Fiber ricava un tessuto destinato alla produzione di abiti vitaminici, i quali nel futuro potranno diventare materia nutriente per i campi di arancio da cui sono nati (Bompan, 2016).

1.5. I modelli per la creazione del valore

Il rapporto “Towards the Circular Economy” redatto dalla Ellen MacArthur Foundation individua diversi momenti in cui si perde valore nel modello lineare (produzione, distribuzione, utilizzo, ...)⁴. A questi contrappone quattro modelli di economia circolare attraverso i quali è possibile creare valore, sulla base dei principi precedentemente illustrati. I modelli sono i seguenti (Fig. 2):

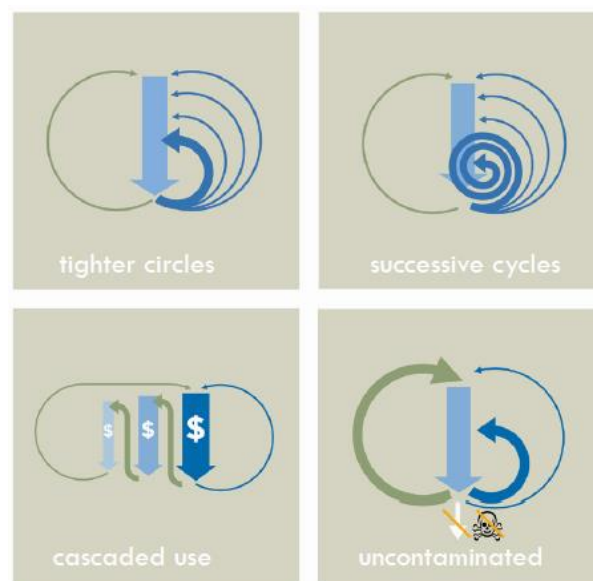


Figura 2 - Modelli di circular economy - Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2013

– Potenzialità dei cicli stretti

Quanto più il sistema si avvicina al riuso diretto, tanto più grandi saranno i risparmi sui costi di materiali, manodopera, energia e capitale, con una riduzione delle esternalità associate. Il sistema circolare è considerato economico se i costi associati al ritiro e alla rielaborazione del prodotto/componente sono inferiori rispetto

⁴ Per maggiori dettagli si vedano pp. 17-18 del rapporto.

all'alternativa del modello lineare (*dispose*)⁵. Considerando l'aumento dei prezzi delle risorse ed i costi associati alle esternalità, il vantaggio economico è evidente.

– **Potenzialità dei cicli lunghi**

Progettare prodotti e sistemi che permettono più cicli consecutivi o che sono in grado di trascorrere più tempo all'interno di un singolo ciclo permette di tenere in circolo valore per un periodo più lungo. Per fare questo è necessario accrescere la durabilità dei prodotti, aumentandone la qualità o la possibilità di ripararli e/o aggiornarli. Oltre ai vantaggi legati al prezzo delle materie prime ed alla rispettiva volatilità, possono esserci anche benefici dovuti alla maggiore qualità del prodotto, sia in termini di *pricing* che di *customer satisfaction*.

– **Potenzialità dei cicli a cascata**

Una diversa opportunità viene dai materiali scartati. Gli scarti possono essere utilizzati come sottoprodotti in una nuova catena del valore, sostituendo l'afflusso di materiali vergini. In questo caso si crea valore perché i costi marginali di ripristino del materiale a cascata sono inferiori al costo del materiale vergine.

– **Potenzialità dei materiali puri**

Quest'ultimo modello rende i tre precedenti "pronti all'uso". Molti materiali post-consumo sono disponibili come miscele di materiali, a causa della progettazione iniziale o di un'errata raccolta differenziata. Per generare il massimo del valore, è necessario che la purezza dei materiali sia preservata, progettando beni che siano atossici e facili da separare.

I modelli proposti sono generici, ma restano comunque una base comune a tutti i casi più specifici di prodotti e mercati diversi.

1.6. Conclusioni

In questo capitolo sono stati introdotti i principi generali dell'economia circolare. Si è dimostrato che la loro applicazione è in grado di generare vantaggi dal punto di vista ambientale e allo stesso tempo di incrementare la profittabilità delle imprese.

Nel prossimo capitolo osserveremo più nel dettaglio le fasi in cui le aziende possono intervenire avviando pratiche volte alla ritenzione e massimizzazione del valore.

⁵ Vale la pena ricordare che si parla di costi per l'intera economia.

2. Capitolo secondo – *Come la Circular Economy cambia le imprese*

2.1. Introduzione

Dopo aver illustrato i principi ed i modelli dell'economia circolare, in questo secondo capitolo passeremo ad analizzare l'impatto che la circular economy ha sull'organizzazione delle imprese.

Osservando le differenze tra il modello ideale e quello reale, vedremo che in alcuni punti del cerchio sono presenti delle fuoriuscite, dette *leakages*, che via via fanno sì che il cerchio si assottigli, con una perdita di efficienza e di risorse.

Dall'analisi di questi *leakages* si nota che nella fase di product design, che è una delle prime fasi del circolo, non c'è rottura e quindi fuoriuscita di risorse. Questo non significa che lo sviluppo del prodotto non sia determinante per la transizione verso l'economia circolare, anzi, è proprio da lì che si pongono le basi per creare un prodotto che rispetti il pensiero circular. Per questo motivo, nel resto del capitolo l'attenzione è puntata proprio su questa fase.

Nel capitolo sono poi illustrate le diverse strategie di product design, che permettono la progettazione di prodotti in linea con i principi dell'economia circolare. Passando alla pratica, sono successivamente riportati alcuni strumenti e metodologie di sviluppo prodotto. Queste tecniche sono prese in prestito da altre correnti di pensiero che hanno contribuito alla nascita dell'economia circolare, tra cui il Cradle to Cradle di McDonough e Braungart e la Biomimicry di Janine Benyus, già citati nel primo capitolo.

Osservando le strategie e le metodologie di product design, sarà evidente come svolgere questa attività sia più complicato se ci si pone in un'ottica circular. Bisogna infatti curare diversi aspetti, facendo in modo che ci sia la massima collaborazione e interazione tra le funzioni aziendali. Per farlo, è necessario seguire il processo di product development più adatto.

Nella scelta del processo di sviluppo prodotto ideale, esistono due approcci: quello tradizionale e quello simultaneo. Date le necessità di integrazione nella fase di product

development, quello più appropriato risulterà essere l'approccio simultaneo, anche definito come *concurrent engineering*, che prevede la creazione di team inter-funzionali.

In questa situazione la sfida principale è la gestione della comunicazione interna al team e dell'integrazione tra i diversi team. Un ruolo determinante è giocato dalle risorse umane: il management può facilitare la comunicazione informale e incentivare la collaborazione all'interno dell'organizzazione grazie a tecniche, strumenti, organi e figure professionali che saranno illustrati alla fine del capitolo.

2.2. Modello ideale e situazione attuale

Il modello ideale di economia circolare è un modello sostanzialmente “chiuso”, nella realtà però ci sono momenti in cui manca questa chiusura. In questi punti, detti *leakages*, è presente una perdita di efficienza legata alla fuoriuscita dal sistema di materiale potenzialmente utile e valorizzabile, dovuta al mancato riuso, recupero o riciclo dei materiali. Nella seconda rappresentazione (Fig. 3), più realistica, è possibile osservare come il flusso di materie prime in ingresso si assottiglia a causa delle fuoriuscite di materiale (Iraldo & Bruschi, 2015).

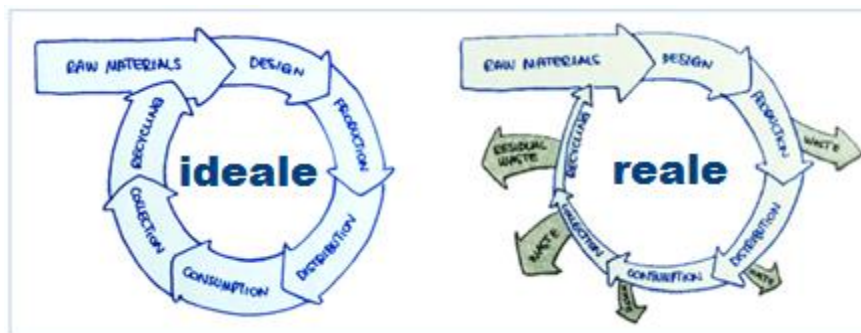


Figura 3 - Situazione ideale vs situazione reale - Fonte: Iraldo e Bruschi, 2015

Il Green Economy Observatory (GEO) ha svolto un approfondimento relativo alla circular economy con l'obiettivo di identificare le principali cause alla base dei *leakages*, che sono:

- **asimmetrie informative:** produttori e consumatori non conoscono gli impatti ambientali causati da un prodotto/servizio, quindi li sottovalutano;
- **esternalità negative:** le imprese che inquinano di più, non investendo in innovazione, sostengono costi inferiori e possono fissare prezzi più bassi che garantiscono migliori performance competitive, ma che non riflettono i costi legati all'impatto ambientale;

- **abitudini e cultura:** abitudini e cultura del consumo influenzano la possibilità di recuperare materiale e produrre beni con materiale riciclato;
- **geografia e sviluppo infrastrutturale:** l'estensione dei confini a causa della globalizzazione ostacola l'applicazione della *reverse logistics*, ovvero la movimentazione dei prodotti a ritroso nella *supply chain*.

Lo studio di GEO ha ricercato fattori interni al business che permettessero di superare tali inerzie, incentivando gli attori della filiera alla chiusura del cerchio nei suoi vari step (progettazione, produzione, distribuzione, consumo, raccolta, riciclo).

Osservando la Figura 3, apparentemente nella fase primaria del design sembra non esserci un flusso in uscita. In verità, la progettazione del prodotto è uno stadio cruciale per evitare sprechi nei momenti che seguono e permettere una corretta chiusura del cerchio. Per raggiungere l'obiettivo di un'economia circolare, è necessario che il modo in cui i prodotti sono progettati cambi considerevolmente.

Secondo Giovanni Corbetta, Direttore Generale di Ecopneus, “nessuno meglio dell'impresa produttrice sa come trattare i propri prodotti e come progettarli affinché siano più semplici da smontare e riciclare” (Bompan, 2016). Anche Corbetta quindi rimarca l'importanza della fase del design per permettere una corretta chiusura del cerchio. Per questo motivo, nel corso del capitolo l'attenzione sarà puntata sul design del prodotto.

2.3. Obiettivi del product design

Per capire le implicazioni organizzative che il pensiero circolare ha sulla progettazione del prodotto, bisogna prima partire dagli obiettivi affidati a questa fase.

È possibile distinguere due diverse strategie di product design, perseguibili congiuntamente per avvicinarsi al modello ideale di economia circolare. Le strategie sono le seguenti e sono riportate nella Tabella 1 (Bocken, et al., 2016):

La prima strategia presentata è quella volta a rallentare il circolo (“*design strategies for slowing resource loops*”), ovvero estendere il periodo di utilizzo di un bene per ridurre l'impiego di risorse. Interessante è la citazione di John Donahoe, all'epoca CEO di EBay, riportata da Bocken nella sua pubblicazione. Donahoe affermò che il prodotto più *green* è quello che già esiste, perché non preleva nuove risorse naturali per essere fabbricato.

Per rallentare il circolo è possibile creare prodotti con un lungo periodo di utilizzo in due modi:

- progettando beni in grado di generare “attaccamento e fiducia”, cioè oggetti con maggiore durata emotiva destinati ad essere amati e apprezzati per un tempo più lungo;
- lavorando sulla durabilità fisica di un bene e la sua affidabilità, attraverso una selezione accurata delle materie prime e test sul prodotto.

Un'altra strada possibile è progettare per la *product-life extension*, che significa mantenere l'integrità del prodotto affinché resti il più a lungo possibile nel suo stato originario, prevenendo o almeno posticipando l'obsolescenza. Per farlo è necessario portare l'attenzione anche in ciò che avviene dopo la vendita. In quest'ottica, l'obiettivo del design è creare un bene facile da mantenere e riparare, adatto a futuri miglioramenti, compatibile con altri prodotti e che possa essere disassemblato e riassembleato. Tutte queste attività si devono poter eseguire senza troppe difficoltà e con costi ragionevoli.

Il Parlamento e il Consiglio Europeo nella Direttiva 2009/125/CE definiscono il riutilizzo (*reuse*) come “qualsiasi operazione mediante la quale un prodotto o i suoi componenti, giunti al termine del loro primo uso, sono utilizzati per lo stesso scopo per il quale sono stati concepiti, incluso l'uso continuato di un prodotto conferito a punti di raccolta, distributori, riciclatori o fabbricanti, nonché il riutilizzo di un prodotto dopo la rimessa a nuovo”. Possiamo quindi affermare che questa prima tipologia di strategie presentate facilita anche il riutilizzo dei beni.

La seconda strategia mira invece a chiudere il cerchio (“*design strategies for closing resource loops*”). Per poterlo fare, i nutrienti tecnici devono essere continuamente riciclati in nuovi materiali, possibilmente senza perdere valore, e i beni di consumo devono essere prodotti con nutrienti biologici sicuri, che poi andranno ad alimentare il sistema naturale. Una corretta distinzione tra nutrienti tecnici e nutrienti biologici può essere effettuata solo se i materiali che entrano in cicli diversi sono progettati per essere agevolmente separati e questo è possibile solo se il prodotto è ideato per un facile disassemblaggio.

Design strategies for slowing resource loops	Design strategies for closing resource loops
Designing long-life products <ul style="list-style-type: none"> - Design for attachment and trust - Design for reliability and durability Design for product-life extension <ul style="list-style-type: none"> - Design for ease of maintenance and repair - Design for upgradability and adaptability - Design for standardization and compatibility - Design for dis- and reassembly 	<ul style="list-style-type: none"> - Design for a technological cycle - Design for a biological cycle - Design for dis- and reassembly

Tabella 1 - Fonte: *Journal of Industrial and Production Engineering* – Bocken, 2016

Sia nel gruppo di strategie per rallentare il cerchio che in quelle per chiuderlo troviamo il *design for disassembly*. La progettazione per il disassemblaggio implica un cambiamento sostanziale rispetto alla situazione corrente. Pensando al caso degli smartphone, le attuali *practices* di design prevedono modelli integrati e rivestimenti superficiali che rendono impossibile la separazione in gruppi di materiali non contaminati tra loro. La possibilità di aprire e smontare un prodotto ha però un valore molto forte sia per il consumatore che per il produttore: il consumatore sarà in grado di aggiornare e riparare il prodotto, con un conseguente aumento della vita utile del bene, mentre dall'altra parte il costruttore che progetta per il disassemblaggio ha la possibilità di trattenere il cliente per un periodo più lungo, grazie ad un prodotto che dura di più, evitando che il consumatore si rivolga ai concorrenti. Un ulteriore vantaggio per il produttore è dato dai minori costi per i materiali e l'energia, grazie al riutilizzo di componenti non più necessari ai consumatori (Poppelaars, 2014). Nella Figura 4 è possibile osservare il diagramma di disassemblaggio ideato da Ishii e Lee, in questo caso adattato agli smartphone:

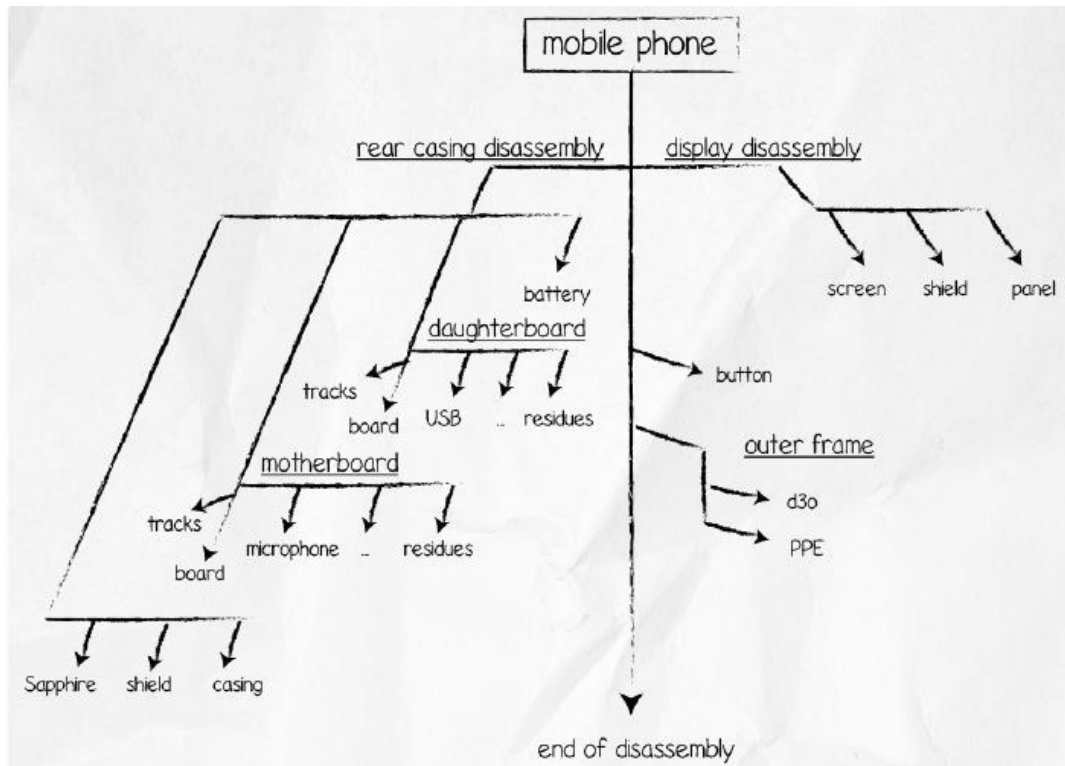


Figura 4 - Diagramma di disassemblaggio - Fonte: Poppelaars, 2014

Il diagramma di Ishii e Lee è utilizzato in fase di progettazione per valutare la struttura del prodotto e la sua facilità di disassemblaggio, permette di evidenziare graficamente la sequenza con cui il prodotto viene smontato e la dipendenza o meno tra le varie fasi (Fig. 5). L'indipendenza delle varie sequenze è preferita perché permette di lavorare separatamente sulle singole fasi del processo di separazione.

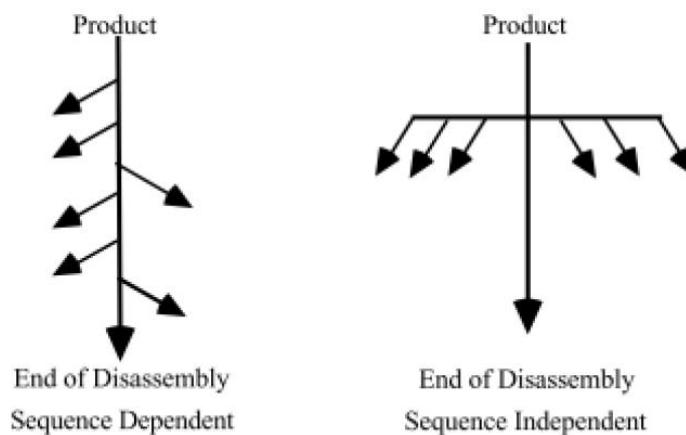


Figura 5 - Differenza tra sequenza dipendente e indipendente - Fonte: Poppelaars, 2014

Le strategie presentate devono essere personalizzate in base alla categoria del prodotto analizzata. Ogni prodotto infatti possiede delle caratteristiche uniche in termini di durata, maturità tecnologica, intensità di utilizzo delle risorse, competitività del mercato e vincoli normativi (Bakker, et al., 2014).

2.4. Gli strumenti del product design

Una dimostrazione di come il pensiero circolare può essere integrato nelle prime fasi di sviluppo del prodotto (Fig. 6) è riportato da Flora Poppelaars in “Circular Economy Innovation Project”, un progetto finalizzato al design di smatphone circular, realizzato in collaborazione con Vodafone. Quest’attività ha unito strumenti e metodi provenienti da varie scuole di pensiero al fine di creare delle linee guida per il nuovo tipo di design.

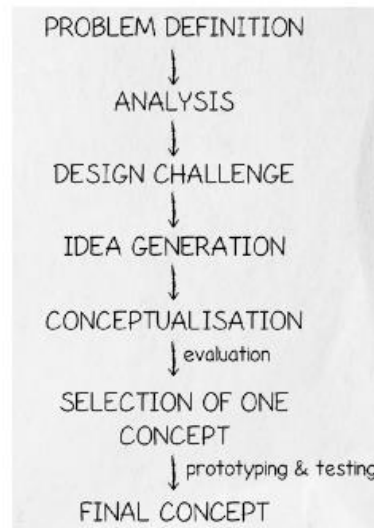


Figura 6 - Prime fasi del product development - Fonte: Poppelaars, 2014

Ad esempio, diversi strumenti utili per la fase di generazione dell’idea arrivano dal concetto di biomimesi, secondo il quale l’uomo è in grado di risolvere i propri problemi imitando la Natura. Uno di questi è la Design Spiral (Fig. 7), che si compone di cinque step per poter applicare concetti naturali a prodotti e sistemi creati dall’uomo.

Ulteriore ispirazione si può trovare su AskNature, database online che racchiude esempi dalla Natura e ricerche basate sui principi di biomimesi. È uno strumento utile perché fornisce un gran numero di soluzioni che possono essere emulate per risolvere in maniera sostenibile problemi umani.



Figura 7 - Design Spiral - Fonte: Benyus, 1997

Dal Cradle to Cradle (C2C) di McDonough e Braungart invece è stata presa in prestito la categorizzazione ABC X (Fig. 8), che permette di valutare e visualizzare i rischi collegati ai materiali presenti in un prodotto. Questo strumento suddivide le sostanze in sei categorie: quelle classificate come A (ottimali), B (ottimabili) o C (tollerabili) possono essere impiegate; gli agenti X non rispettano gli standard C2C a causa di proprietà teratogene, mutagene⁶ o cancerogene e quindi non sono utilizzabili; la categoria “grey” racchiude tutti i materiali con informazioni insufficienti per dare una classificazione; infine sono etichettati come “black” i materiali già vietati per legge (MBDC, 2012)

Alla fine del processo le migliori idee sono combinate e valutate secondo i criteri C2C. Sulla base dei principi dell'economia circolare è possibile valutare la circolarità dei vari concept fino alla selezione di quello vincente.

A	The material is ideal from a Cradle to Cradle perspective for the product in question.
B	The material supports largely Cradle to Cradle objectives for the product.
C	Moderately problematic properties of the material in terms of quality from a Cradle to Cradle perspective are traced back to the ingredient. The material is still acceptable for use.
X	Highly problematic properties of the material in terms of quality from a Cradle to Cradle perspective are traced back to the ingredient. The optimization of the product requires phasing out this ingredient or material.
GREY	This material cannot be fully assessed due to either lack of complete ingredient formulation, or lack of toxicological information for one or more ingredients.
Banned	BANNED FOR USE IN CERTIFIED PRODUCTS This material contains one or more substances from the Banned list and cannot be used in a certified product.

Figura 8 – Classificazione delle sostanze secondo il metodo ABC X - Fonte: MBDC, 2012

2.5. Il processo di product design

Osservando gli obiettivi e le attività di product design nell'ambito dell'economia circolare, è possibile vedere che a questa fase sono assegnati compiti molto più ampi rispetto a quelli di una progettazione “standard”. Per sviluppare un prodotto

⁶ Sono definite teratogene le sostanze che producono anomalie o malformazioni nell'embrione e mutagene quelle che determinano il verificarsi di mutazioni.

completamente circular è necessario un approccio olistico che richiede diverso tempo e impegno dell'organizzazione.

La fase di *product development* è un'attività interdisciplinare che richiede il contributo di quasi tutte le funzioni di un'impresa. Le tre funzioni centrali coinvolte sono (Ulrich & Eppinger, 2011):

- **Marketing:** funzione che media tra l'azienda e i suoi clienti, identifica le opportunità, definisce i segmenti di mercato e i bisogni dei segmenti target, stabilisce il prezzo, presiede al lancio del prodotto;
- **Design:** funzione il cui ruolo principale è definire l'aspetto fisico del prodotto per soddisfare le necessità del cliente, racchiude le fasi di *engineering design* (meccanico, elettrico, software) e *industrial design* (estetica, ergonomia, progettazione delle interfacce);
- **Produzione:** funzione responsabile della progettazione del processo produttivo, in senso lato include anche le attività di acquisto, distribuzione e installazione.

Nei diversi momenti del processo di innovazione di prodotto sono coinvolte anche altre funzioni aziendali (Fig. 9). A seconda di come queste funzioni operano all'interno del processo di sviluppo, si distinguono due diversi metodi di gestione del processo (Fig. 10).

FUNZIONI AZIENDALI FASE DEL PROCESSO INNOVATIVO	DIREZIONE AZIENDALE	R&S&I	MKTG	FABBRICAZIONE	AMMINISTRAZIONE E FINANZA
RICONOSCIMENTO DELL'OPPORTUNITÀ		←→			
FORMULAZIONE DELL'IDEA (FATTIBILITÀ)	←→				→
SOLUZIONE DEI PROBLEMI TECNICI		←→		→	
SVILUPPO E REALIZZAZIONE DEL PROTOTIPO		←→			→
VALUTAZIONE COMPLESSIVA DEL PROTOTIPO	←→		→		→
SVILUPPO DELLA PRODUZIONE (INVESTIMENTI)	←→			→	→
TEST DI MERCATO E POSIZIONAMENTO		←→	→		
PRODUZIONE COMMERCIALE			←→	→	→
INTRODUZIONE NEL MERCATO E MANTENIMENTO (VENDITA)	←→		→	→	→
MIGLIORAMENTO DEL PRODOTTO	←→			→	

Figura 9 - Ruoli chiave delle principali funzioni aziendali per le diverse fasi di un progetto d'innovazione di prodotto - Fonte: Corti, 2002

Secondo l'approccio tradizionale, tipico dell'impresa taylorista, lo sviluppo del prodotto segue un processo sequenziale in cui le diverse funzioni intervengono progressivamente senza sovrapposizioni (Lando, s.d.). Già Lawrence e Lorsch nel 1965 avevano individuato che i tre gruppi principali di specialisti (ricerca, fabbricazione e vendita) si comportano in modo differenziato per ciò che riguarda l'orientamento verso la propria struttura, verso il tempo, verso gli altri e verso l'ambiente e che "le differenze nei modi di pensare circa il proprio lavoro, le regole di comportamento di base e le procedure operative implicano che ciascuno di questi gruppi tende a vedere l'obiettivo dell'innovazione in maniera alquanto differente" (Corti, 2002).

La sequenzialità permette di ridurre i problemi di coordinamento interno, aumentando l'ottimizzazione dei singoli livelli, ma non del processo nel suo complesso, che in questo caso diventa rigido e lento nella gestione dei feedback tra le diverse fasi (Tunisini, et al., 2015).

Le criticità di questo approccio si sono rese evidenti all'inizio degli anni Novanta: prodotti sempre più complessi richiedevano un time-to-market breve per tenere il passo con la concorrenza, ma il modello tradizionale non era sufficiente (Prasad, 1998). La soluzione al problema si è trovata nel concetto di *concurrent engineering*, che consiste nel coinvolgimento simultaneo di più funzioni aziendali nelle varie fasi di avanzamento del progetto. Il modello simultaneo, grazie a parallelismo e integrazione, garantisce una riduzione dei tempi e dei costi dell'innovazione perché consente di anticipare problematiche che altrimenti emergerebbero solo molto avanti nel processo. I vantaggi di questo sistema si riflettono positivamente anche sulla qualità del prodotto generato alla fine del processo (McCord, 1993; Tunisini, et al., 2015).

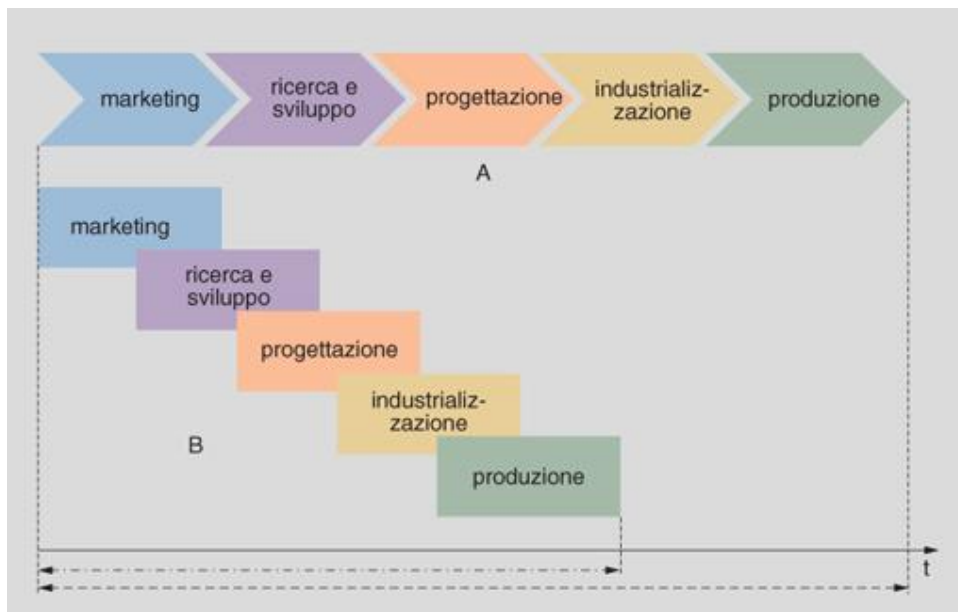


Figura 10 - Progettazione lineare (A) e simultanea (B) - Fonte: Enciclopedia Treccani

Questo secondo approccio sembra essere maggiormente adatto per il processo di sviluppo di prodotti circular: per poter raggiungere gli obiettivi precedentemente elencati è infatti necessaria l'integrazione tra le diverse funzioni aziendali.

2.6. L'impatto sull'organizzazione

Se l'approccio scelto è quello del *concurrent engineering*, per facilitare l'integrazione delle funzioni è possibile creare dei team inter-funzionali trasversali all'organizzazione. In questa situazione, un fattore determinante per la buona riuscita della fase di design del prodotto è la progettazione dei team di sviluppo.

Per fare innovazione, le risorse umane giocano un ruolo fondamentale, poiché sono i singoli individui, attraverso comunicazioni di tipo informale, a facilitare o meno il processo. Il flusso di informazioni tra le diverse funzioni è fondamentale per garantire l'innovazione nello sviluppo dei prodotti. Questo flusso però non è automatico, ma richiede uno sforzo da parte del management (Corti, 2002). La “componente umana” è infatti spesso citata come una delle principali spiegazioni dei risultati deludenti del processo di innovazione di prodotto (Argyris, 1992). La gestione delle relazioni interne e delle comunicazioni tra i vari team è quindi un aspetto che il management deve seguire con molta cura.

Fattori per incentivare la collaborazione interna al team

Birren Pasad, in “Decentralized cooperation: a distributed approach to team design in a concurrent engineering organization”, affronta il tema della progettazione di un team di sviluppo prodotto inter-funzionale. Anche lui ribadisce l'importanza del fattore umano: le persone possono fare la differenza, ma i loro comportamenti sono difficili da controllare. Nelle organizzazioni tradizionali il flusso decisionale segue un percorso top-down e quando il team di sviluppo prodotto è formato, molte delle decisioni sono già state prese. In questo modo si possono ridurre i problemi di coordinamento, ma il potenziale di innovazione del team è inibito.

Secondo Pasad la collaborazione tra i membri di un team trasversale è fondamentale, perché permette la condivisione di conoscenze ed esperienze nel momento in cui il prodotto viene ideato e sviluppato, ma la sfida più grande è capire come incentivare questa collaborazione. Nella sua ricerca, l'autore afferma che in genere individui, gruppi di lavoro e dipartimenti operano per il proprio interesse personale. Questo comportamento è dovuto anche fattori culturali: in Giappone ad esempio la cooperazione è fondamentale nello sviluppo del prodotto, mentre in paesi come gli Stati Uniti la collaborazione e il lavoro in gruppo, specie in ambiente accademico, fino a qualche decennio fa erano

disincentivate perché considerate come un imbroglio⁷.

Al giorno d'oggi la situazione è ben diversa e il lavoro in team interdisciplinari è incentivato e supportato dalle organizzazioni. Nel corso degli anni, vista la grande enfasi riposta sul team-work, sono state elaborate diverse teorie al riguardo, ma in generale le caratteristiche importanti per il buon funzionamento di un gruppo sono (Prasad, 1998; Nancarrow, et al., 2013; Molyneux, 2011): dimensioni adeguate del team; composizione dello staff appropriata in termini di skill-mix e caratteristiche personali dei membri del team; definizione e rispetto dei ruoli; procedure e obiettivi chiari; group leader in grado di generare commitment dello staff; utilizzo di strategie e strumenti che incentivano la comunicazione interna; formazione adeguata. È anche possibile fare uso di sistemi di incentivazione collettiva come bonus di gruppo e gainsharing: tali strumenti non puntano a sollecitare e premiare direttamente la prestazione individuale ma, in quanto fanno riferimento ad un risultato complessivo, hanno l'obiettivo di stimolare la collaborazione tra lavoratori (Costa & Gianecchini, 2012). Selezionare, formare e motivare il team di sviluppo prodotto è dunque la chiave del successo di un'organizzazione basata sul *concurrent engineering* (Prasad, 1998).

Oltre agli strumenti citati, esistono anche figure trasversali che hanno il compito di garantire l'integrazione tra le funzioni in un team, quella più tipica è il project manager. Il project manager è "un organo temporaneo con orientamento tecnico dotato di autorità gerarchica nei confronti delle persone che fanno parte del team del progetto. In genere si adotta nelle forme gerarchico-funzionali per gestire il fabbisogno di coordinamento che emerge a fronte della necessità di presidiare una relazione temporanea che riguarda lo sviluppo e la realizzazione di un bene o di un servizio". (Costa, et al., 2008). Un buon project manager è dotato di tre tipologie di skill (El-Sabaa, 2001), la cui importanza relativa è illustrata nel Grafico 1:

- *human skill*: riguarda la capacità del project manager di lavorare in team e indurre la cooperazione all'interno del team del quale è a capo;
- *conceptual skill*: indica l'abilità di osservare il progetto nel suo complesso, riconoscere le interdipendenze e le relazioni tra le varie funzioni;
- *technical skill*: definisce la conoscenza di metodi e processi legati ad una specifica attività tecnica.

⁷ Si vedano Carter & Baker, 1992 e Imai, 1986.

Il project manager è quindi un individuo scelto per la sua forte inclinazione alla pianificazione, al coordinamento e al controllo delle attività e delle risorse professionali coinvolte nell'attuazione di un'idea-progetto. Ma soprattutto, dev'essere dotato di autorevolezza, capacità comunicative e di negoziazione, abile ad ottenere il consenso e a motivare i collaboratori (Corti, 2002).

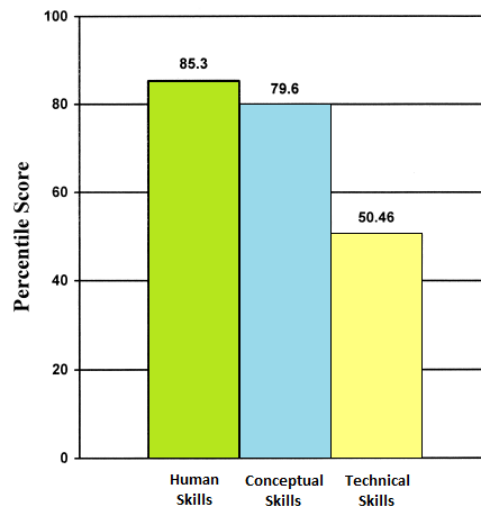


Grafico 1 - Importanza relativa delle PM skills - Fonte: El-Sabaa, 2001

Strumenti per stimolare la collaborazione tra i team

La scelta di creare team inter-funzionali per lo sviluppo dei prodotti circular rimane appropriata perché, come abbiamo appena visto, il problema della comunicazione interna al team non è irrisolvibile. La situazione cambia leggermente invece quando il prodotto da sviluppare è complesso: in questo caso il *concurrent engineering* è più difficile da realizzare, in quanto richiede la formazione di più team che si devono coordinare tra loro per integrarsi in un sistema unico. Anche in questo caso però esistono meccanismi e strumenti che si possono utilizzare per unire le azioni e gli sforzi di team separati (McCord, 1993):

- *tecnologia dell'informazione e della comunicazione*: grazie alla tecnologia è possibile abbattere le barriere comunicative ed incrementare la capacità di un'organizzazione di trasferire le informazioni;
- *gerarchia*: per evitare i conflitti, la comunicazione attraverso i team non deve necessariamente essere diretta, ma può essere mediata dai manager, questa soluzione però è efficace solo in ambienti stabili;
- *tecnici di risoluzione dei conflitti e liaison role*: i primi sono individui che agiscono come arbitri tra i team di sviluppo, mentre chi ricopre ruoli di

collegamento si occupa di risolvere in maniera più proattiva i problemi che sorgono tra i vari gruppi; esistono anche *engineering liaisons*, cioè figure che, per facilitare il flusso di informazioni, appartengono formalmente a due o più team;

- *team indipendenti*: minimizzando la necessità di interazione tra i team è possibile attenuare il problema dell'integrazione, questa soluzione è facilitata se l'architettura del prodotto è modulare;

Un'altra strada percorribile per migliorare la comunicazione tra diversi team arriva dagli studi del professor Thomas J. Allen, citati da Corti in "Gestione dell'innovazione: la piccola impresa innovativa". Corti riporta le ricerche di Allen, dalle quali è emerso che le prestazioni di un processo di innovazione migliorano se le comunicazioni interne al gruppo di lavoro diminuiscono e se aumentano quelle esterne al gruppo. Un intervento sulla rete di comunicazioni interpersonali può quindi migliorare il processo d'innovazione tecnologica.

Il management non ha un controllo diretto sulle comunicazioni informali, ma può creare condizioni favorevoli per il loro sviluppo. La mobilità intelligente del personale all'interno dell'organizzazione si è rivelato lo strumento più potente per mantenere attive le comunicazioni interpersonali. Uno dei vantaggi principali è che il trasferimento genera un collegamento temporaneo tra il vecchio gruppo informale e il nuovo (Allen, 1977; Corti, 2002).

2.7. Conclusioni

In sintesi, alla fine di questo capitolo possiamo confermare che il product design è una delle attività più importanti per la circular economy, è da questa fase che parte la transizione.

Dal punto di vista organizzativo, non ci sono grandi difficoltà o cambiamenti da attuare, soprattutto se ci si concentra sulla fase del design. La principale questione da affrontare è l'integrazione delle funzioni aziendali nel processo di sviluppo di prodotto, al fine di massimizzare il potenziale di innovazione. Si tratta di questioni che non sono proprie dell'economia circolare, ma si manifestano anche attualmente con il modello lineare.

Ciò dimostra che per abbandonare il modello lineare e avvicinarsi a quello circolare non è richiesto un cambiamento radicale dal punto di vista della struttura organizzativa: l'unico passaggio necessario è l'apertura verso l'ambiente esterno per ricercare possibili

sinergie e avviare un processo di simbiosi industriale. Questa apertura può comunque avvenire in una fase successiva: il passaggio all'economia circolare non è certamente immediato, nella prima fase è sufficiente concentrarsi sulla singola impresa.

Nel prossimo capitolo saranno illustrati alcuni esempi di imprese che hanno adottato i principi della circular economy e verranno approfonditi i motivi che spingono imprese e nazioni a transitare verso questo nuovo modello.

3. Capitolo terzo – *Imprese alle prese con la Circular Economy*

3.1. Introduzione

In questo capitolo conclusivo si passa alla pratica. Inizialmente saranno presentati due casi 100% Made in Italy di economia circolare: il primo caso riguarda Econyl, processo sviluppato dall'azienda trentina Aquafil, mentre il secondo esempio portato è quello di Ecopneus, società senza scopo di lucro che si adopera nel recupero degli pneumatici fuori uso.

Analizzando il caso Ecopneus, emergerà l'importanza del ruolo dei *policy makers* per lo sviluppo di iniziative circular. Sicuramente è richiesta proattività da parte delle imprese, che devono convincersi e convincere i consumatori di questo nuovo modello, ma sono soprattutto leggi, regolamenti e azioni proposte dai governi a guidare il cambiamento verso l'economia circolare.

Proseguendo, saranno esposti i vantaggi sociali che la transizione circular può portare ad un Paese. La circular economy può potenziare la crescita economica e generare posti di lavoro. Oltre alle stime e alle previsioni, sarà presentato anche un caso concreto di *job creation* dovuta a iniziative fondate sui principi dell'economia circolare.

Infine, l'ultima parte del capitolo è riservata ad uno stato che, a sorpresa, è molto attivo nelle politiche ambientali e ha adottato da diversi anni i concetti circular: la Cina. Senza entrare troppo nel dettaglio, saranno presentate alcune iniziative che il governo cinese ha avviato, lavorando su tre diversi livelli: micro, intermedio e macro.

3.2. Due casi italiani di economia circolare

Si può pensare che in Italia sia poca l'attenzione alle questioni ambientali, ma non è così. Legambiente ha redatto un "Atlante dei campioni dell'economia circolare" in cui sono raccolti 107 casi di aziende, cooperative, start-up, comuni e associazioni che possono essere considerati come "veri e propri ambasciatori della #circulareconomy made in Italy nel mondo". In questa virtuosa lista sono presenti anche i casi di Aquafil ed Ecopneus,

due realtà che operano rispettivamente su scala internazionale e nazionale (Legambiente, 2017).

Aquafil

Aquafil è una multinazionale italiana con sede in provincia di Trento, costituita da due business unit dedicate alla produzione di filo per tappeti (BCF) e filo per abbigliamento (NTF). A queste è affiancata una terza business unit dedicata all'Energy & Recycling che opera a servizio di tutte le strutture del gruppo.

Per Aquafil, la sostenibilità è un elemento chiave. Giulio Bonazzi, CEO del gruppo, afferma che “la sostenibilità non è un obiettivo da raggiungere, è un modo di pensare, un modo di essere, un principio che ci deve guidare”. Da questo principio guida è nato il progetto Econyl, che permette di trasformare i rifiuti di nylon in filati di prima qualità, impiegati successivamente nella produzione industriale dei prodotti tessili (Aquafil, 2017).

L'obiettivo principale di Econyl è eliminare l'idea di “scarto” e ridurre progressivamente la quantità di rifiuti presenti sul nostro pianeta, recuperandoli, rigenerandoli e reinserendoli nel ciclo produttivo sotto forma di materie prime di qualità (Aquafil, 2014).

Il processo rigenerativo è formato da sei step (Fig. 11):

1. *Recupero globale dei rifiuti di Nylon 6*: comprende la raccolta dei rifiuti pre-consumer (scarti di produzione, componenti plastiche industriali) e post-consumer (reti da pesca, tessuti, pavimentazione tessile come moquette e tappeti) che vengono poi inviati ad un centro di raccolta situato in Slovenia;
2. *Stoccaggio e preparazione dei rifiuti*: i materiali vengono puliti e preparati per la depolimerizzazione, i rifiuti di Nylon 6 sono triturati, compattati e imballati, mentre le componenti diverse sono separate ed inviate in centri di smaltimento appositi;
3. *Depolimerizzazione*: si tratta di un processo chimico innovativo perché, grazie al nuovo sistema ideato, per ricavare nylon di prima qualità sono necessari meno energia e meno acqua. Questo fino a poco tempo fa non era possibile perché i costi erano troppo alti e la quantità di nylon ricavata era limitata;
4. *Polimerizzazione*: nei due stabilimenti di Lubiana ed Arco (TN) si produce un caprolattame che possiede le stesse caratteristiche chimiche e prestazionali di quello proveniente dalle materie prime fossili;

5. *Trasformazione dei polimeri*: i polimeri prodotti dal caprolattame creato sono distribuiti agli impianti produttivi. Qui sono trasformati in filo per pavimentazione tessile e abbigliamento;
6. *Ri-commercializzazione*: i clienti utilizzano i fili Econyl per manufatti destinati a diversi mercati. Dati interni prevedono che per ogni tonnellata di reti da pesca recuperate, Aquafil sarà in grado di produrre filo per oltre 31.000 paia di calze oppure per 1.100 metri quadrati di tappeto. L'obiettivo di Aquafil è creare prodotti realizzati completamente con materiale rigenerato e a loro volta infinitamente rigenerabili.

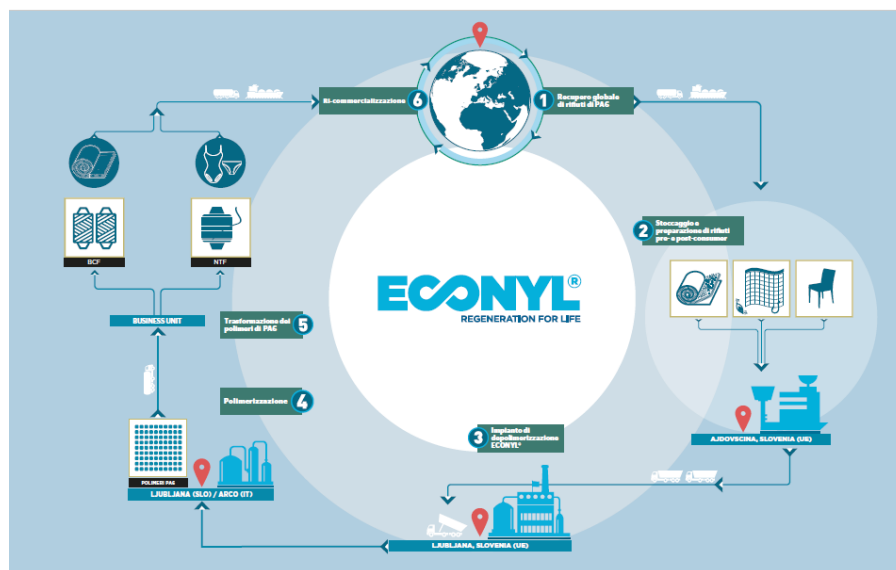


Figura 11 - Il processo di Econyl - Fonte: Aquafil, 2014

Nella descrizione del progetto Econyl, si afferma che “il progetto ambisce ad andare oltre la rigenerazione dei rifiuti, fino alla progettazione di prodotti che siano disegnati per essere riciclabili più facilmente ed in modo più efficace”. Questo esempio dimostra come la fase di product design sia fondamentale per generare un prodotto che rispetti i canoni dell'economia circolare.

Ecopneus

Ecopneus scpa è una società italiana senza scopo di lucro che si occupa degli Pneumatici Fuori Uso (PFU). In Italia ogni anno sono all'incirca 350.000 le tonnellate di PFU, che corrispondono a oltre 38 milioni di pneumatici, Ecopneus tratta il 70% di questi (Ecopneus, 2016).

Il processo (Fig. 12) funziona in questo modo: all'acquisto di uno pneumatico nuovo, l'acquirente è tenuto a pagare un contributo ambientale di un valore proporzionato al peso

dello pneumatico, con questo contributo si assicura una corretta gestione del PFU. Sul territorio nazionale è diffusa una rete di aziende qualificate che si occupano della raccolta e del conferimento degli pneumatici nei centri di raccolta e recupero. A questo segue il processo di granulazione, che riduce il PFU in frammenti poi separati in residui metallici e tessili.

I residui tessili, in base alle dimensioni, si distinguono in granuli, triturato e polverino. Da questo materiale è poi possibile ottenere materiale per campi da calcio e pavimentazioni sportive, isolante acustico, asfalti modificati e arredo urbano, sigillanti, suole per le scarpe e opere di ingegneria civile⁸.

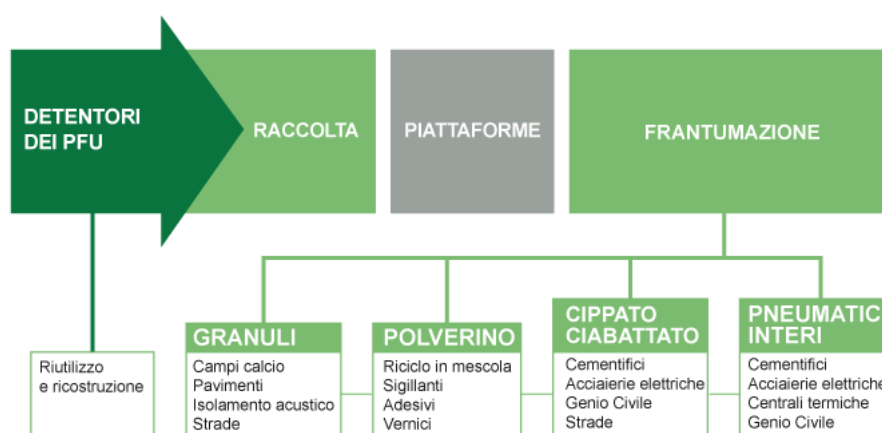


Figura 12 - Il processo di recupero dei PFU - Fonte: Ecopneus, 2016

Nel caso di Ecopneus, la circular economy è stata “indotta” da normative riguardanti la gestione dei PFU. L’art. 228 del Decreto Legislativo 152/2006 riporta che “è fatto obbligo ai produttori e importatori di pneumatici di provvedere [...] alla gestione di quantitativi di pneumatici fuori uso pari a quelli dai medesimi immessi sul mercato e destinati alla vendita sul territorio nazionale”. Nel 2011 è entrato in vigore un sistema nazionale per la gestione della raccolta e del recupero dei PFU che prevede anche il monitoraggio e il tracciamento dei flussi. Ecopneus permette proprio di rintracciare, raccogliere e recuperare la quota di PFU immessa nel mercato dalle aziende socie, che originariamente sarebbero responsabili del loro trattamento. L’azienda è anche impegnata nello sviluppo di impieghi innovativi dei materiali derivati dallo smaltimento dei PFU.

⁸ Per maggiori informazioni sull’impiego del materiale recuperato, consultare:
<http://www.ecopneus.it/it/il-pneumatico-fuori-uso-pfu/il-recupero-di-materiale.html>.

3.3. I driver della circular economy

Osservando il caso Ecopneus, è emerso che norme e regolamenti sono un importante driver dell'economia circolare. La Commissione Europea negli ultimi decenni ha emanato diverse direttive a favore della sostenibilità ambientale e della chiusura del cerchio.

Un'importante slancio all'economia circolare in Europa è infatti stato dato dall'introduzione normativa dell'*Extended Producer Responsibility* (EPR) che, secondo la definizione fornita dall'OCSE, è “uno strumento di politica ambientale con il quale la responsabilità del produttore di un bene è estesa alla fase del post-consumo del ciclo di vita di un prodotto”. Attualmente l'EPR è imposta in diversi settori (automobilistico, batterie, apparecchiature elettriche ed elettroniche) e con la riforma apportata dalla Direttiva comunitaria 2008/98/CE la Commissione Europea ha invitato gli Stati membri ad estendere questo regime di responsabilità anche ad altri prodotti (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile FISE UNIRE, 2015). L'attenzione all'ambiente è sottolineata dalla Direttiva 2014/95/CE sul “Non Financial Reporting” che impone agli enti di interesse pubblico l'obbligo di redigere una dichiarazione sulle performance sociali e ambientali per ogni esercizio finanziario (Randazzo & Taffari, 2017).

Lo sprint decisivo è però stato dato tra il 2014 e il 2015 con la pubblicazione da parte della Commissione Europea di “Verso un'economia circolare: programma per un'Europa a zero rifiuti” e “L'anello mancante: un piano d'azione europeo per l'economia circolare”. Si tratta di misure concrete volte ad incentivare imprese e consumatori europei ad effettuare la transizione verso l'economia circolare, promuovendo il riutilizzo, stimolando la simbiosi industriale e favorendo forme innovative di consumo attraverso economia collaborativa e piattaforme digitali. L'obiettivo fissato è di dimezzare i rifiuti alimentari e riciclare il 65% dei rifiuti urbani e il 75% di quelli di imballaggio entro il 2030 (Commissione Europea, 2015).

“La difficoltà di accesso ai finanziamenti è considerata tra i maggiori ostacoli che devono affrontare gli imprenditori che intendono innovare attraverso l'adozione di modelli circolari” ha sostenuto Ellen MacArthur nel giorno in cui il gruppo Intesa San Paolo è diventato il primo operatore finanziario internazionale ad essere partner della Ellen MacArthur Foundation (Intesa Sanpaolo, 2015). Il piano d'azione europeo per l'economia circolare ha stanziato 650 milioni di euro da Orizzonte 2020 e altri 5,5 miliardi

provenienti da fondi strutturali a sostegno della ricerca e delle PMI. Le opportunità commerciali della circular economy e una maggiore sensibilizzazione dell'opinione pubblica secondo le previsioni saranno in grado di mobilitare anche finanziamenti privati (Commissione Europea, 2015). In questo modo per le imprese sarà possibile superare anche questa barriera alla transizione.

Il rapporto GEO sulla circular economy individua altri fattori che possono stimolare le imprese a cambiare paradigma. Tra questi, quello principale è “la spinta imprenditoriale derivante da un management sensibile ai cambiamenti ambientali”. I fattori di spinta verso la circolarità sono spesso contrastati da inerzie⁹ e per questo motivo sono necessari anche incentivi esterni. Il rapporto richiama le parole di Micheal Porter, il quale sosteneva che “solo una regolamentazione ambientale ben progettata e opportunamente costruita è in grado di innescare l'innovazione, di generare efficienza evitando la produzione di scarti o rifiuti inutili, o recuperandoli ove possibile e, di conseguenza, incoraggiare fortemente la competitività delle imprese, compensando in parte o del tutto il costo della dovuta conformità legislativa”. Proprio per questo motivo, gran parte dei fattori individuati richiedono l'intervento dei policy makers (Iraldo & Bruschi, 2015).

I tre attori principali in questa situazione sono governi, imprese e consumatori. I governi, per facilitare la transizione, dovrebbero avviare politiche a favore del cambiamento di paradigma favorendo riuso, recupero e riciclo dei materiali.

Per stimolare un consumo più ecologico, un'idea potrebbe essere l'applicazione di un'aliquota IVA ridotta sui prodotti realizzati con materiali riciclati¹⁰. È anche possibile potenziare l'attività di Green Public Procurement, ovvero l'acquisto da parte delle pubbliche amministrazioni di prodotti con criteri di qualificazione ambientale più stringenti, per avere un effetto traino sul mercato dei prodotti ecologici¹¹. Dall'altra parte le aziende, per incentivare i consumatori ad acquistare prodotti in materiale riciclato potrebbero dare avvio ad attività di *customer engagement* e rendere i clienti finali più consapevoli dei loro acquisti.

⁹ Inerzie riportate nel paragrafo 2.2 “Modello ideale e situazione attuale”.

¹⁰ Effettivamente, come riportano Iraldo e Bruschi, tali prodotti utilizzano una materia prima seconda, sulla quale l'IVA è già stata applicata una volta.

¹¹ Le PA e gli altri soggetti a cui si applicano le direttive europee sugli appalti pubblici sono una categoria di consumatori importante perché generano una domanda di oltre 1000 miliardi di euro, circa il 14% del PIL dell'Unione Europea (fonte: Fondazione Ecosistemi, 2004).

Per stimolare le imprese ad ideare soluzioni più *green*, oltre ai finanziamenti per l'attività di R&D, è possibile favorire l'emissione di brevetti a tutela delle tecnologie e dei prodotti a minore impatto ambientale, riducendo così il rischio legato alla ricerca e allo sviluppo di soluzioni innovative.

Infine, è necessario che i governi si impegnino a correggere le distorsioni di prezzo, facendo sì che le esternalità negative, oggi a carico della collettività, siano effettivamente attribuite a chi le genera. La valutazione dell'impatto ambientale lungo le varie fasi della supply chain può essere effettuata attraverso il Product Environmental Footprint (PEF), una metodologia che permette di misurare le prestazioni ambientali di un prodotto o servizio lungo tutto il suo ciclo di vita.

Ai fattori sopra riportati, se ne aggiungono altri, individuati dalla Fondazione Ellen MacArthur. In "Towards a Circular Economy: business rationale for an accelerated transition" è sottolineato l'importante ruolo dell'istruzione, che ha il compito di preparare i futuri professionisti a questo nuovo paradigma economico. Per farlo è necessario integrare i temi dell'economia circolare nei programmi di scuole e università e sviluppare la capacità di pensiero sistemico degli studenti. Per fare economia circolare su ampia scala servono governi stabili, che dichiarino apertamente l'intenzione di sostenere questo cambiamento, in modo da attirare gli investitori. Le istituzioni hanno anche il compito di stimolare la collaborazione tra i settori, incentivando lo scambio di informazioni e la creazione di piattaforme collaborative.

3.4. I vantaggi sociali della circular economy

Analizzando i driver della circular economy, si è vista l'importanza dell'intervento delle istituzioni. Si tratta di un intervento che richiede l'impiego di ingenti risorse finanziarie. Vista l'entità dell'investimento, oltre ai vantaggi per l'ambiente, per quale motivo i governi dovrebbero sostenere la transizione verso l'economia circolare? Una risposta, ancora una volta, è data dalla Fondazione Ellen MacArthur e dalle analisi di McKinsey.

Secondo le previsioni di McKinsey, il PIL europeo aumenterà del 4% entro il 2030 e del 15% nel 2050. Con la circular economy lo scenario è ben diverso: il PIL potrebbe aumentare rispettivamente dell'11% e del 27%. Questo balzo è dovuto alla maggiore produttività e al minor costo degli input impiegati e all'emergere di nuove attività *circular*. I cambiamenti influenzeranno l'intera offerta economica, prezzi e domanda di tutti i settori, con effetti indiretti sulla crescita complessiva. Tali effetti includono anche

una maggiore remunerazione del lavoro e quindi un incremento del reddito familiare, in grado di generare un aumento sia della spesa privata che dei risparmi (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Oltre alla crescita economica, un altro argomento a favore della circular economy è la creazione di posti di lavoro. Secondo stime, le industrie di rigenerazione e riciclo rappresentano circa già un milione di posti di lavoro negli Stati Uniti e in Europa (Nguyen, et al., 2014) ma l'economia circolare può fare di più. Si prevede un impatto positivo sull'occupazione grazie all'incremento della spesa dovuto a prezzi attesi più bassi, all'alta intensità di lavoro richiesta nell'attività di riciclo e alla necessità di lavori altamente qualificati per l'attività di *remanufacturing*. L'effetto positivo si estenderà anche ad altri settori e raggiungerà anche le piccole e medie imprese. Un ruolo importante è affidato a quelle imprese orientate all'innovazione e allo sviluppo di una nuova economia basata sul servizio (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Singoli paesi hanno già effettuato le proprie stime sul potenziale della circular economy per la *job creation*, mentre in altri gli effetti sono già visibili. In Finlandia ad esempio secondo il Sitra (Finnish Innovation Fund) l'economia circolare può generare dai due ai tre miliardi di euro di valore e 75.000 nuovi posti di lavoro entro il 2030 (Egerton-Read, 2017). Nel Regno Unito, secondo gli studi di Wrap e The Green Alliance, è previsto un taglio di 67.000 posti di lavoro non specializzato nel prossimo decennio, ma con l'economia circolare è possibile crearne oltre 200.000. Con un'ulteriore spinta la cifra potrebbe raggiungere il mezzo milione.

La circular economy, riporta il The Guardian, è una grande opportunità per le zone del Regno Unito in cui la disoccupazione è alta, come nel Nord-Est del paese e nel West Midlands. Si possono creare posti di lavoro aumentando quelli attuali nel settore dei rifiuti e del riciclo e trasferendo capacità e conoscenze nell'attività di *remanufacturing*. Il quotidiano spiega con un esempio come questo sia possibile. In Gran Bretagna il 40% dei beni elettrici finisce in discarica, anche se buona parte di questi funziona ancora o è riparabile. Transitando all'economia circolare, le persone potrebbero lavorare per alla raccolta di questi beni, tecnici qualificati possono svolgere attività di riparazione, rinnovamento e riassettaggio ed infine addetti alla vendita e al customer care possono essere impiegati per vedere il prodotto di nuovo pronto all'uso (Goodwin, 2015).

In Sudafrica grazie al progetto governativo Redisa, il tasso di riciclo degli pneumatici fuori uso è cresciuto dal 4% dell'estate 2013 al 18% 18 mesi dopo e il settore dei PFU ha creato 2.318 posti di lavoro e 190 piccole imprese (Rinnovabili.it, 2015). Gli ottimi risultati del progetto Redisa riguardano un solo piccolo settore, ma dimostrano che gli effetti del cambiamento di paradigma sono reali.

3.5. Un paese che sta chiudendo il cerchio: la Cina

La nazione che ha compiuto i maggiori sforzi per implementare l'economia circolare è la Cina, che ha sviluppato un ambizioso programma per applicare i concetti *circular* ai vari livelli dell'industria (Murray, et al., 2017)

Nel 2011 la Cina da sola ha consumato più materie prime vergini di tutte le 34 nazioni OECD messe assieme. Nel 2014 ha generato 3,2 miliardi di tonnellate di rifiuti solidi industriali e si prevede che entro il 2050 circa un quarto dei rifiuti solidi municipali del mondo sarà creato dalla Cina (Lehmacher, 2017). L'impegno cinese per la sostenibilità è dunque di vitale importanza per tutto il mondo.

L'economia circolare è stata ufficialmente introdotta in Cina nel 2002, in occasione del sedicesimo Congresso Nazionale del Partito Comunista Cinese, per limitare i danni ambientali e l'eccessivo uso di risorse dovuti al processo di industrializzazione. Da quel momento il governo cinese è sempre stato attivo per migliorare l'efficacia delle iniziative a sostegno della circular economy, con leggi e piani quinquennali (Murray, et al., 2017)

Per implementare con successo le politiche di circular economy, la Cina agisce su tre livelli (Geng & Yu, 2013).

Ad un livello micro, la normativa richiede a produttori e agricoltori di adottare *cleaner production* ed *eco-design*. La *cleaner production* è una delle pratiche di maggior successo e ha lo scopo di individuare e limitare le esternalità negative generate dal processo produttivo, mentre l'*eco-design* incoraggia le imprese a tenere in considerazione gli aspetti ambientali nella fase di design di prodotti e processi.

L'azione a livello intermedio prevede la creazione di parchi eco-industriali e sistemi eco-agricoli. Un parco eco-industriale è definito come “una comunità di imprese di produzione e servizi alla ricerca di migliori prestazioni ambientali ed economiche attraverso la collaborazione nella gestione delle questioni ambientali e delle risorse, tra cui energia, acqua e materiali” (Chertow, 2000). All'interno dei parchi eco-industriali, le

imprese condividono infrastrutture e servizi. La condivisione serve a stimolare lo scambio di risorse necessario per sviluppare meccanismi di simbiosi industriale. I sistemi eco-agricoli invece, ricalcando l'idea di simbiosi industriale, servono a utilizzare sottoprodotti e scarti che arrivano da agricoltura e allevamento.

Su scala regionale, è incentivata la formazione di network tra industrie e parchi eco-industriali. Il Ministero della Protezione Ambientale si impegna attraverso l'istruzione e l'informazione per generare una maggiore consapevolezza nei cittadini. In base al principio di "prodotto come servizio", la Cina cerca di cambiare le abitudini di consumo dei suoi abitanti, incoraggiando l'acquisto di servizi e al posto dei prodotti.

3.6. Conclusioni

In sintesi, possiamo dire che la transizione ad un modello circolare richiede un impegno da parte delle imprese, che hanno bisogno, almeno in fase iniziale, di essere supportate da parte dei governi e da iniziative che possano favorire la transizione. Poiché i benefici potenzialmente compensano tutti i costi e gli sforzi necessari, vale la pena incentivare il passaggio all'economia circolare.

Infine abbiamo visto come imprese e paesi che si preparano a transitare all'economia circolare possano contare su previsioni favorevoli e sui risultati positivi di chi ha già avviato iniziative circular. I risultati, seppur piccoli, dimostrano la validità di questo nuovo modello e fanno immaginare che, se l'economia circolare venisse applicata su larga scala in maniera sistematica, il "miracolo circular" sia effettivamente realizzabile.

Riferimenti bibliografici

Libri e articoli scientifici

- ARGYRIS, C., 1992. On organizational learning. Oxford: Basil Blackwell.
- ALLEN, T. J., 1977. The role of person to person communication networks in the dissemination of industrial technology. s.l., s.n.
- BAKKER, C., WANG, F., HUISMAN, J. & DEN HOLLANDER, M., 2014. Products that go round - Exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, Issue 69, pp. 1-7.
- BOCKEN, N. M. P., DE PAUW, I., BAKKER, C. & VAN DER GRINTEN, B., 2016. Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, pp. 310-311.
- BOMPAN, E., 2016. Dalla linea al cerchio. In: *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 98-99.
- BOMPAN, E. & BRAMBILLA, I. N., 2016. Economia circolare: genealogia del concetto. In: *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 20-30.
- CARTER, D. E. & BAKER, B. S., 1992. Concurrent engineering: the product development environment for the 1990s. s.l.:Addison-Wesley Publishing Company.
- CHERTOW, M. R., 2000. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. *Annual review of energy and the environment*, I(25), pp. 313-337.
- CORTI, E., 2002. *Gestione dell'innovazione: la piccola impresa innovativa*. II a cura di Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.
- COSTA, G. & GIANECCHINI, M., 2012. Ricompensare le risorse umane. In: *Risorse umane: persone, relazioni e valore*. Milano: The McGraw-Hill Education, pp. 487-497.
- COSTA, G., GUBITTA, P. & PITTINO, D., 2008. Dalla struttura alle relazioni. In: *Organizzazione aziendale: mercati, gerarchie e convenzioni*. Milano: McGraw Hill Education, pp. 224-225.
- EL-SABAA, S., 2001. The skills and career path of an effective project manager. *International Journal of Project Management*, Volume 19, pp. 1-7.

- GENG, Y. & YU, X., 2013. A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, marzo, Issue 42, pp. 215-227.
- IMAI, M., 1986. *Kaizen, The Key to Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill and Random House.
- IRALDO, F. & BRUSCHI, I., 2015. *Economia Circolare: Principi guida e casi studio*, Milano: Università Commerciale Luigi Bocconi.
- LE BILLON, P., 2001. The political ecology of war: natural resources and armed conflicts. *Political Geography* 20, p. 561–584.
- LEHMACHER, W., 2017. *The global supply chain: how technology and circular thinking transform our future*. I a cura di s.l.:Springer.
- MCCORD, K. R., 1993. *Managing the integration problem in concurrent engineering*, s.l.: Massachusetts Institute of Technology.
- MCDONOUGH, W. & BRAUNGART, M., 2013. *The Upcycle: Beyond Sustainability - Designing for Abundance*. s.l.:North Point Pr.
- MCDONOUGH, W. & BRAUNGART, W., 2002. *Cradle to Cradle. Remaking the way we make things*. Londra: Vintage Books.
- MOLYNEUX, J., 2011. Interprofessional teamworking: what makes teams work well?. *Journal of Interprofessional Care*, pp. 29-35.
- MURRAY, A., SKENE, K. & HAYNES, K., 2017. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics* vol. 140, p. 369–380.
- MYERS, N., 2001. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *The Royal Society*, pp. 609-613.
- NANCARROW, S. A. et al., 2013. Ten principles of good interdisciplinary team work. *Human Resources for Health*, 10 Maggio, pp. 11-19.
- PRASAD, B., 1998. Decentralized cooperation: a distributed approach to team design in a concurrent engineering organization. *Team Performance Management: An International Journal*, pp. 138-165.
- ROCKSTRÖM, J., 2009. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology & Society* vol. 14.
- STAHEL, W., 1982. *The Product-Life Factor - An Inquiry into the Nature of Sustainable Societies: The Role of the Private Sector*, s.l.: Mitchell Prize Papers, NARC (1982).

TUNISINI, A., PENCARELLI, T. & FERRUCCI, L., 2015. L'innovazione. In: Economia e management delle imprese, a cura di M. Bettiol & E. Di Maria. s.l.:Hoepli, pp. 444-449.

ULRICH, K. & EPPINGER, S., 2011. Product Design and Development. 5 a cura di s.l.:McGraw-Hill Education.

Report di ricerca e fonti giornalistiche

ECOPNEUS, 2016. Rapporto di sostenibilità 2016 Ecopneus - valore strategico per la Circular Economy in Italia, Roma: Tipografia Ostiense.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013. Towards the Circular Economy Vol. 2: Opportunities for the consumer goods sector, s.l.: Ellen MacArthur Foundation.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015. Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition, s.l.: Ellen MacArthur Foundation.

FONDAZIONE ECOSISTEMI, 2004. Appalti pubblici e criteri ecologici, Cremona: s.n.

FONDAZIONE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE FISE UNIRE, 2015. L'Italia del Riciclo 2015, Roma: s.n.

GUBBIOTTI, M., FINELLI, T. & PERUZZI, E., 2012. Profughi Ambientali: cambiamento climatico e migrazioni forzate, s.l.: Legambiente Onlus - Dipartimento internazionale.

INTESA SANPAOLO, 2015. Comunicato stampa: Intesa Sanpaolo diventa partner globale della Fondazione Ellen MacArthur. Milano: s.n.

LEGAMBIENTE, 2017. #circulareconomy Made in Italy - Atlante dei campioni dell'Economia Circolare, Bruxelles: s.n.

NGUYEN, H., STUCHTEY, M. & ZILS, M., 2014. Remaking the industrial economy. McKinsey Quarterly, febbraio.

NORWEGIAN REFUGEE COUNCIL, 2008. Migration and desertification A comment on climate change, conflict and forced migration. s.l., s.n.

POPPELAARS, F., 2014. Designing for a Circular Economy - The conceptual design of a circular mobile device, s.l.: s.n.

Sitografia e risorse online

AQUAFIL, 2014. Econyl - Regeneration For Life. Arco: s.n.

AQUAFIL, 2017. Aquafil - Company Profile. [Online] Available at: <http://www.aquafil.com/it/> [Consultato il giorno 12 agosto 2017].

- BENYUS, J., 1997. Biomimicry Institute. [Online] Available at: <https://biomimicry.org/> [Consultato il giorno 17 maggio 2017].
- COMMISSIONE EUROPEA, 2015. European Commission Press Release Database. [Online] Available at: europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_it.htm [Consultato il giorno 15 agosto 2017].
- EGERTON-READ, A., 2017. Circulate News: How Finland is approaching the circular economy. [Online] Available at: <http://circulatenews.org/2017/04/finland-approaching-circular-economy> [Consultato il giorno 16 agosto 2017].
- GOODWIN, L., 2015. The Guardian - Circular Economy could create half a million UK jobs. [Online] Available at: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/jan/30/circular-economy-could-create-half-a-million-uk-jobs> [Consultato il giorno 16 08 2017].
- LANDO, M., S.D. TRECCANI - Organizzazione delle produzioni. [Online] Available at: <http://www.treccani.it/enciclopedia/produzione> [Consultato il giorno 03 agosto 2017].
- MBDC, 2012. Material Health Assessment Methodology, Charlottesville: s.n.
- OECD, s.d. Extended Producer Responsibility. [Online] Available at: <http://www.oecd.org/env/tools-evaluation/extendedproducerresponsibility.htm> [Consultato il giorno 02 agosto 2017].
- PAULI, G., 2016. The Blue Economy Principles. [Online] Available at: www.theblueeconomy.org/principles.html [Consultato il giorno 17 maggio 2017].
- RANDAZZO, R. & TAFFARI, G., 2017. R&P Legal. [Online] Available at: www.replegal.it/it/non-profit-social-business2/item/1168-entra-in-vigore-la-direttiva-ue-2014-95-sul-non-financial-reporting.html [Consultato il giorno 15 agosto 2017].
- RINNOVABILI.IT, 2015. Rinnovabili - Il quotidiano sulla sostenibilità ambientale. [Online] Available at: <http://www.rinnovabili.it/re-auto/sudafrica-riciclo-pneumatici-fuori-uso-333/> [Consultato il giorno 16 agosto 2017].

Pubblicazioni legali

Art. 228 Dlgs. 3 aprile 2006, n.152.

Direttiva del Consiglio Europeo 2008/98/CE.

Direttiva del Consiglio Europeo 2009/125/CE.